

## Power module

Veröffentlichungsnr. (Sek.) DE19735074  
Veröffentlichungsdatum : 1998-09-10  
Erfinder : KILIAN HERMANN DIPL ING [DE]; SCHUCH BERNHARD  
DIPL PHYS [DE]  
Anmelder : TELEFUNKEN MICROELECTRON [DE]  
Veröffentlichungsnummer : ☐ DE19735074  
Aktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19971035074 19970813  
Prioritätsaktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19971035074 19970813  
Klassifikationssymbol (IPC) : H01L25/16; H01L23/373; H01B17/62; H02P7/00  
Klassifikationssymbol (EC) : H01L23/373D, H01L25/16, H05K1/02B2B  
Korrespondierende  
Patentschriften

---

### Bibliographische Daten

---

The power module includes a carrier body (1) made of a temperature-resistant, highly heat-conducting material, with an insulating diamond layer (2) mounted directly on the carrier body in at least one part-region to form insulating diamond islands (21), on which a metal layer is deposited to act as a contact layer. A circuit board (3) has recesses (33) in the region of the diamond islands and on which a conducting path structure is located, made of conducting paths (31) and junction surfaces (32). A circuit arrangement (4) functions at least as a power unit, whereby a part of the active power components are located on the contact layer with the remaining components located on the corresponding conducting paths and junction surfaces. Also present are contact connectors (5) through which at least the active power components of the circuit arrangement have electrical contact with the conducting paths and junction surfaces.

---

Daten aus der esp@cenet Datenbank - - I2



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 197 35 074 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
H 01 L 25/16  
H 01 L 23/373  
H 01 B 17/62  
// H02P 7/00

21 Aktenzeichen: 197 35 074.7  
22 Anmeldetag: 13. 8. 97  
43 Offenlegungstag: 10. 9. 98

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

71 Anmelder:  
TEMIC TELEFUNKEN microelectronic GmbH, 74072  
Heilbronn, DE

72 Erfinder:  
Kilian, Hermann, Dipl.-Ing. (FH), 91456 Diespeck,  
DE; Schüch, Bernhard, Dipl.-Phys., 91616 Neusitz,  
DE

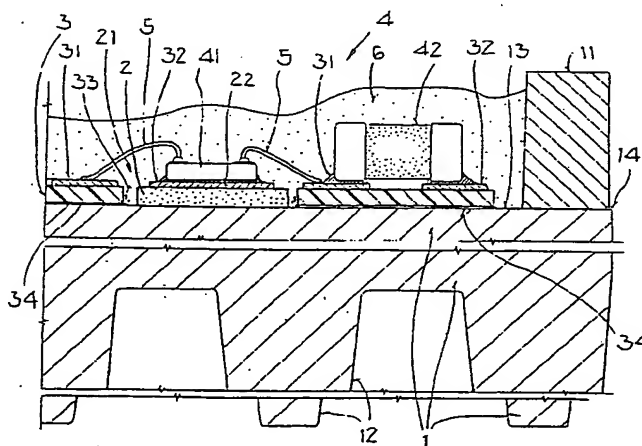
56 Entgegenhaltungen:  
DE-Z.: Technische Rundschau, TR Transfer,  
Nr. 9, (1996) S. 8;  
JP 07 142674 A, in: Pat. Abstr. of JP (1995);

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Leistungsmodul

- 57 Beschrieben wird ein Leistungsmodul, bestehend aus
- einem Trägerkörper aus einem temperaturbeständigen, hoch-wärmeleitfähigen Trägermaterial,
  - einer unmittelbar auf den Trägerkörper (1) partiell zur Bildung isolierender Diamantinseln (21) aufgetragenen isolierenden Diamantschicht (2), auf der eine Metallisierungsschicht als Kontaktierungsschicht (22) aufgebracht ist,
  - einer Leiterplatte (3), die Aussparungen (33) im Bereich der isolierenden Diamantinseln (21) aufweist, und auf der eine Leitbahnstruktur aus Leiterbahnen (31) und Anschlußflächen (32) angeordnet ist,
  - einer zumindest als Leistungseinheit fungierenden Schaltungsanordnung (4), wobei zumindest ein Teil der aktiven Leistungsbaulemente (41) der Schaltungsanordnung (4) auf der auf der isolierenden Diamantschicht (2) aufgetragenen Kontaktierungsschicht (22) und die übrigen Bauelemente (42) der Schaltungsanordnung (4) auf den entsprechenden Leiterbahnen (31) und/oder Anschlußflächen (32) der Leitbahnstruktur angeordnet sind,
  - Kontaktverbindungen (5), über die zumindest die aktiven Leistungsbaulemente (41) der Schaltungsanordnung (4) mit den Leiterbahnen (31) und/oder Anschlußflächen (32) der Leitbahnstruktur elektrisch kontaktiert sind.



DE 197 35 074 A 1

DE 197 35 074 A 1

## Beschreibung

Leistungsmodule werden in der Elektrotechnik in vielen Anwendungsbereichen zur Ansteuerung von Bauelementen, Baugruppen o. ä. eingesetzt, beispielsweise zur Drehzahl- und Leistungsregelung von Elektromotoren. Bestandteil derartiger Leistungsmodule ist eine als Leistungseinheit fungierende Schaltungsanordnung mit Bauelementen, die in der Regel sowohl aktive Bauelemente wie Leistungsbau- 5 elemente (insbesondere integrierte Schaltkreise ICs als Leistungsschalter) als auch passive Bauelemente wie Widerstände (bsp. Shunts zur Strommessung) und Kondensatoren aufweist; daneben ist eine separate, mit der Leistungseinheit auf geeignete Weise zu verbindende Steuereinheit zur Signalerfassung (Sensorik), Signalansteuerung und Signalauswertung vorzusehen. Die Leistungsbaulemente arbeiten im Schaltbetrieb, weshalb hohe Stromänderungsgeschwindigkeiten auftreten. Zur Vermeidung von Überspannungen ist ein induktionsarmer Aufbau des Leistungsmoduls erforderlich; demzufolge wird die Schaltungsanordnung der Leistungseinheit üblicherweise auf einen isolierenden Trägerkörper (ein isolierendes Substrat) aufgebracht, der in der Regel als DCB-Substrat ("direct copper bonding") ausgebildet ist – bei diesem DCB-Substrat ist ein (bsp. aus Aluminiumoxid  $Al_2O_3$  oder Aluminiumnitrid  $AlN$  bestehender) Kera- 10 mikträger zwischen zwei Kupferschichten angeordnet. Eine der beiden Kupferschichten (die obere Kupferschicht) des DCB-Substrats wird zur Bildung von Leiterbahnen strukturiert und mit den Bauelementen der Schaltungsanordnung versehen, die mittels Lötung aufgebracht ("Bauelementelötung") und mittels Bonddrähten untereinander sowie mit den Leiterbahnen kontaktiert werden. In der Regel wird das DCB-Substrat zur mechanischen Stabilisierung und zur Wärmeabfuhr der, Verlustleistung der Bauelemente der Schaltungsanordnung (insbesondere der Leistungsbau- 15 elemente) – ggf. über eine Verbindungsschicht, beispielsweise über eine Wärmeleitpaste – auf einen (metallischen) Kühlkörper (bsp. eine Kupferplatte) aufgelötet ("DCB-Lötung"); dieser Kühlkörper kann die Verlustleistung – ggf. über eine Verbindungsschicht – an ein separates Kühlsystem weitergeben. Die Isolation (Potentialtrennung) zwischen den (Leistungs)Bauelementen der Schaltungsanordnung der Leistungseinheit und dem Kühlkörper wird durch den Keramikträger des DCB-Substrats bewerkstelligt. Die Verbindung zwischen den Bauelementen der Schaltungsanordnung der Leistungseinheit untereinander (insbesondere zu deren Parallelschaltung) und zwischen der Leistungseinheit und der Steuereinheit erfolgt bsp. mittels einer separaten Leiterver- 20 schienung aus mehreren Kupferleitern.

Dieser Aufbau des Leistungsmoduls mit einem DCB-Substrat als isolieren dem Trägerkörper und einer separaten Steuereinheit bringt folgende Probleme mit sich:

- Die Abfuhr der Verlustleistung (Wärmeabfuhr) gestaltet sich schwierig, da durch die benötigten Verbindungsschichten (Wärmeleitpaste), die Lotschichten und das DCB-Substrat (insbesondere durch dessen Keramikträger) Wärnewiderstände gebildet werden; infolgedessen ist zwischen den (Leistungs)Bauelementen der Schaltungsanordnung und dem Kühlkörper ein schlechter Wärmeübergang gegeben. Zudem tritt beim Löten des DCB-Substrats auf den Kühlkörper ("DCB-Lötung") ein relativ hoher Lunkeranteil auf, der das wärmeleitvermögen negativ beeinflusst.
- der Fertigungsaufwand ist hoch, da bei den beiden unterschiedlichen Lötprozessen Löten der Bauelemente der Schaltungsanordnung auf das DCB-Substrat einerseits ("Bauelementelötung") und Löten des DCB-

Substrats auf den Kühlkörper andererseits ("DCB-Lötung") unterschiedliche Lote eingesetzt werden müssen (bsp. muß im Rahmen einer sog. Stufenlötung bei der Bauelementelötung ein höherschmelzendes Lot eingesetzt werden, damit bei der nachfolgenden DCB-Lötung dieses Lot nicht mehr aufschmilzt); weiterhin ist aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnung von DCB-Substrat und Kühlkörper (insbesondere bei einem großflächigen DCB-Substrat) zum Spannungsausgleich eine relativ dicke Lotschicht zwischen DCB-Substrat und Kühlkörper erforderlich.

– die Verbindung zwischen Leistungseinheit und Steuereinheit ist aufwendig und benötigt einen großen Platzbedarf.

Aus diesen Gründen ist das Leistungsmodul daher nur mit großem Flächenbedarf und hohen Kosten und mit einer eingeschränkten Zuverlässigkeit und Lebensdauer zu realisieren, da zur ausreichenden Wärmeabfuhr eine große Halbleiterfläche (Chipfläche) der Bauelemente und ein großflächiges DCB-Substrat vorgesehen werden muß und da der Fertigungsaufwand und die Fertigungsprobleme erheblich sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Leistungsmodul anzugeben, bei dem diese Nachteile vermieden werden und das demgegenüber vorteilhafte Eigenschaften aufweist, insbesondere bezüglich der wärmeabfuhr der Verlustleistung und den geometrischen Gegebenheiten (Platzbedarf).

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Beim vorgestellten Leistungsmodul sind folgende Komponenten vorgesehen:

- ein Trägerkörper, der bsp. als Kühler (Kühlkörper) ausgebildet ist oder der als Teil eines Kühlers (Kühlkörpers) bzw. Kühlsystems realisiert ist; der Trägerkörper besteht aus einem temperaturbeständigen, hochwärmeleitfähigen Trägermaterial, bsp. als metallische Trägerplatte aus Kupfer, Aluminium oder  $AlSiC$ . Die Dimensionen des Trägerkörpers werden so gewählt, daß eine genügende Aufnahmefläche zur Montage der Bauelemente (der Schaltungsanordnung) des Leistungsmoduls bereitgestellt wird, daß eine ausreichende Stabilität gewährleistet werden kann, und daß eine ausreichende Wärmeabfuhr bzw. Wärmekapazität vorhanden ist. Der Trägerkörper weist eine plane Oberfläche zur Bildung einer ebenen Montagefläche auf; der Randbereich (die Berandung bzw. Kontur) des Trägerkörpers kann in mindestens einem Teilbereich für Gehäusezwecke (Bildung eines Außengehäuses oder eines Zwischengehäuses oder eines Gehäuseteils) ausgestaltet werden (bsp. durch Erhöhung der Berandung bzw. des Randbereichs des Trägerkörpers auf das gewünschte Maß des Gehäuses).
- eine unmittelbar auf den Trägerkörper (Kühlkörper) partiell, d. h. in mindestens einem Teilbereich aufgebraachte (bsp. mittels CVD-Verfahren oder Sputtern) isolierende Diamantschicht zur Bildung von "isolierenden (Diamant-) Inseln" als Aufnahmeflächen bzw. Anschlußflecken (Pads) für die Aufnahme der Leistungsbaulemente der Schaltungsanordnung des Leistungsmoduls (insbesondere der Leistungsbaulemente der Leistungseinheit), bsp. für die Aufnahme von Leistungstransistoren (bsp. IGBT-Transistoren) oder von Leistungsdioden; die Anzahl und die jeweilige Größe (Fläche) der isolierenden Diamantinseln wird dabei

entsprechend den vorgesehenen Leistungsbauelementen der Schaltungsanordnung des Leistungsmoduls gewählt. Durch die Diamantschicht wird einerseits die elektrische Isolation der Leistungsbauelemente und andererseits die Wärmeleitung (Abtransport der Verlustleistung) bzw. Wärmespreizung (flächenhafte Verteilung der Wärme) für die Verlustleistung der Leistungsbauelemente des Leistungsmoduls gewährleistet; die Schichtdicke der Diamantschicht wird nach den Gesichtspunkten gewünschte Hochspannungsfestigkeit (bsp. einige kV), ausreichende Wärmeleitung (typische Werte für die Wärmeleitfähigkeit sind je nach Schichtdicke 200 bis 900 W/m<sup>2</sup>K) und anfallende Kosten optimiert, wobei Hochspannungsfestigkeit, Wärmeleitung und Kosten mit wachsender Schichtdicke ansteigen. Auf die Diamantschicht wird eine (metallische) Kontaktierungsschicht als Aufnahme­fläche für die Leistungsbauelemente der Schaltungsanordnung (insbesondere als Kontaktierungsfläche für die Rückseitenkontakte der Leistungsbauelemente) aufgebracht.

– eine direkt auf den Trägerkörper (Kühlkörper) aufgebrachte (bsp. aufgeklebte bzw. eingeklebte) hochstromfähige Leiterplatte, auf die die restlichen Bauelemente der Schaltungsanordnung und eine die Leitbahnstruktur bildende strukturierte (bondfähige) Metallisierungsschicht aufgebracht ist. Die Leitbahnstruktur dient zur Bildung von Leiterbahnen, insbesondere werden Verbindungsleiterbahnen für die Verbindung der Bauelemente der Schaltungsanordnung untereinander gebildet (bsp. zur Parallelschaltung der Bauelemente zur Reduzierung der Strombelastung), zur Bildung von Anschlußflächen als Kontaktierungsflächen (Vorderseitenkontakte und Rückseitenkontakt) für die auf den isolierenden (Diamant-)Inseln angeordneten Leistungsbauelemente und für die auf der Leiterplatte angeordneten restlichen Bauelemente der Schaltungsanordnung und zur Bildung von externen Anschlüssen (Außenanschlüssen) für die Verbindung zu weiteren, zur Realisierung zusätzlicher Funktionen des Leistungsmoduls vorgesehenen Funktionseinheiten. Die Leiterplatte als "Verdrahtungsplatte" für die Schaltungsanordnung muß zur Gewährleistung der Hochstromfähigkeit (bsp. bis zu einer Stromstärke von einigen 100 A) eine bestimmte Dicke aufweisen (bsp. 2 mm); die auf der Leiterplatte (bsp. mittels konventioneller Maskierungstechnik, d. h. mittels fotolithographischer Strukturierung unter Verwendung von Masken) aufgebrachte Metallisierungsschicht der Leitbahnstruktur besteht bsp. aus Kupfer. Die Leitbahnstruktur kann auf eine Verdrahtungsebene (nur auf die Oberseite oder nur auf die Unterseite der Leiterplatte), auf zwei Verdrahtungsebenen (auf die Oberseite und auf die Unterseite der Leiterplatte, mit Durchkontaktierungen zur Verbindung der Verdrahtungsebenen) oder auf mehrere Verdrahtungsebenen ("multilayer-Struktur") aufgebracht werden, wobei die (gesamte) Schichtdicke der Leitbahnstruktur bsp. im Bereich zwischen 270 und 700 µm liegt; bei einer in mehreren Verdrahtungsebenen aufgetragenen Leitbahnstruktur können bsp. eine oder zwei Verdrahtungsebenen für die Signalverarbeitung und die restlichen Verdrahtungsebenen für die Parallelverschaltung der Bauelemente und/oder Funktionseinheiten des Leistungsmoduls vorgesehen werden.

– die Bauelemente der Schaltungsanordnung (die Bauelemente der Leistungseinheit und ggf. von zusätzlichen Funktionseinheiten des Leistungsmoduls, insbesondere der Steuereinheit) werden entweder auf die auf

den Diamantinseln angeordnete Kontaktierungsschicht oder auf die Anschlußflächen der Leiterplatte bzw. der Leitbahnstruktur aufgebracht (bsp. aufgelötet, bsp. mittels eines Weichlots); die Bauelemente bzw. deren Anschlußkontakte werden mit (den Anschlußflächen und/oder den Leiterbahnen) der Leitbahnstruktur elektrisch kontaktiert (sowohl mit ihrer auf der Rückseite angeordneten Rückseitenkontakten als auch mit den auf ihrer Vorderseite angeordneten Vorderseitenkontakten) – die Kontaktierung kann bsp. mittels Bonden erfolgen, wobei bsp. ein oder mehrere Al-Dickdraht-Bondverbindungen (Dicke der Bonddrähte bsp. im Bereich zwischen 150 und 350 µm) vorgesehen werden können. Die Schaltungsanordnung kann als Bauelemente Schalttransistoren (bsp. IGBT-Transistoren, die bsp. als Chip-Bauelemente ausgebildet sind) und bsp. als Chip-Bauelemente ausgebildete Entkopplungsdioden aufweisen – insbesondere kann die Schaltungsanordnung weitere Bauelemente zur Realisierung zusätzlicher Funktionen des Leistungsmoduls (insbesondere der Steuereinheit) aufweisen, beispielsweise Bauelemente zur Sensorik, Signalverarbeitung und Ansteuerung (bsp. Sensoren zur Signalerfassung wie Strommessung oder Temperaturmessung oder Bauelemente zur Signalverarbeitung, Signalauswertung oder Signalvorverarbeitung). Die Bauelemente der Schaltungsanordnung können weiterhin zum Schutz gegen Umwelteinflüsse bzw. Umgebungseinflüsse mittels einer Vergußmasse vergossen werden, bsp. mittels eines Weichver­gusses aus Silicon-Gel.

– die nicht in der Schaltungsanordnung integrierten Komponenten des Leistungsmoduls müssen auf geeignete Weise mit den Bauelementen der Schaltungsanordnung über die Leitbahnstruktur verbunden werden.

Das Leistungsmodul vereinigt mehrere Vorteile in sich:

- das DCB-Substrat und die Lötung des DCB-Substrats auf den Kühlkörper (die DCB-Lötung) entfallen gänzlich, wodurch zudem Zwischenschichten und Materialien eingespart werden und eine Kostenreduzierung ermöglicht wird,
- durch die gute Wärmeleitfähigkeit der isolierenden Diamantschicht wird die Verlustleistung der dort aufgetragenen Leistungsbauelemente der Schaltungsanordnung effektiv zum Trägerkörper (Kühlkörper) hin abgeführt, d. h. es ist ein guter Wärmeübergang zwischen den Leistungsbauelementen der Schaltungsanordnung und dem Trägerkörper (Kühlkörper) realisierbar,
- durch die effiziente Wärmeabfuhr der Verlustleistung der Leistungsbauelemente der Schaltungsanordnung wird die Zuverlässigkeit und Lebensdauer der Leistungsbauelemente der Schaltungsanordnung erhöht und damit auch die Zuverlässigkeit des Leistungsmoduls verbessert sowie der Einsatzbereich des Leistungsmoduls vergrößert,
- es wird eine thermische Trennung zwischen den Diamantinseln (und damit den Leistungsbauelementen der Schaltungsanordnung) und der Leiterplatte (und damit den übrigen Bauelementen der Schaltungsanordnung) erreicht,
- durch die auf einfache Weise realisierbare Parallelverschaltung der Bauelemente und/oder Funktionseinheiten und der Integration weiterer Funktionseinheiten des Leistungsmoduls (bsp. die Signalerfassung mittels Sensoren) in die Schaltungsanordnung entfallen Zwischenanschlüsse und die Notwendigkeit der externen

Parallelverschaltung,

- durch die Reduzierung des Flächenbedarfs kann das Leistungsmodul kompakt ausgestaltet werden (geringe Abmessungen), insbesondere können Trägerkörper (Kühlkörper), isolierende Diamantinseln und Leiterplatte zusammen mit der Kontaktierung (bsp. mit den hierfür vorgesehenen Bonddrähten) in einer Ebene angeordnet werden, so daß demzufolge das Leistungsmodul auch mit geringen Herstellungskosten gefertigt werden kann,
- es ist eine (weitgehend) automatisierbare Fertigung möglich, was wiederum Kostenvorteile bei der Herstellung mit sich bringt.

Das Leistungsmodul wird im folgenden anhand der Zeichnung mit den Fig. 1 und 2 für das Ausführungsbeispiel eines Leistungsumrichters zur Ansteuerung drehstromgetriebener Elektromotoren beschrieben.

Hierbei zeigt die Fig. 1 im Schnittbild eine Teilansicht und die Fig. 2 in Draufsicht einen Teilausschnitt des Leistungsmoduls mit einer partiellen isolierenden Diamantschicht.

Die Umrichterfunktion des Leistungsumrichters wird mittels Parallelschaltung dreier Halbbrücken realisiert, wobei für jede Phase (R, S, T) des Drehstroms ein Zweig paar aus zwei Halbbrücken vorgesehen ist (in der Fig. 2 ist die Teilansicht einer derartiger Halbbrücke schematisch angedeutet); hierdurch ist ein induktionsarmer und symmetrischer Aufbau der Zweigpaare gegeben.

- Der als Kühlkörper ausgebildete Trägerkörper 1 mit den Maßen Länge  $\times$  Breite  $\times$  Höhe von 150 mm  $\times$  80 mm  $\times$  7 mm besteht als metallische Trägerplatte bsp. aus Aluminium-Druckguß. Der Trägerkörper 1 besitzt zur besseren Wärmeableitung an die Umgebung eine oberflächenvergrößerte Formgebung (Strukturierung 12) und eine plane Oberfläche 13 als Montagefläche; zur Bildung einer Gehäusewandung 11 ist die Berandung bzw. der Randbereich 14 des Trägerkörpers 1 erhöht.
- auf den Trägerkörper 1 wird zur Bildung isolierender Diamantinseln 21 partiell (d. h. in mehreren Teilbereichen) eine dünne Diamantschicht 2 mittels CVD-Verfahren als Aufnahme­fläche für die Leistungsbau­elemente 41 der Schaltungsanordnung 4 des Leistungsmoduls und als Isolationsschicht abgeschieden; bsp. werden 12 isolierende Diamantinseln mit einer Fläche von jeweils 25  $\times$  16 mm zur Aufnahme von 12 Leistungsbau­elementen gebildet. Die Schichtdicke der Diamantschicht 2 wird entsprechend den Anforderungen des Leistungsmoduls hinsichtlich Isolationsfähigkeit und Wärmeleitung vorgegeben und liegt üblicherweise im Bereich einiger 10  $\mu$ m; die Anforderungen des Leistungsmoduls hinsichtlich der Isolationsfähigkeit liegen bei Durchbruchspannungen im Bereich von einigen 100 V bis mehreren kV, hinsichtlich der Wärmeleitung bei einer Wärmeleitfähigkeit im Bereich von 200–800 W/m<sup>2</sup>K; bsp. wird bei einer Schichtdicke der Diamantschicht 2 von 20  $\mu$ m eine Hochspannungsfestigkeit (elektrische Isolation) bis zu ca. 2 kV ermöglicht und eine Wärmeleitfähigkeit von 300 W/m<sup>2</sup>K erreicht. Auf die Diamantschicht 2 der isolierenden Diamantinseln 21 wird eine Metallisierungsschicht 22 als Kontaktierungsschicht zur Aufnahme der Leistungsbau­elemente 41 der Schaltungsanordnung 4 aufgebracht, bsp. eine Kupferschicht mit einer Schichtdicke von 200 bis 300  $\mu$ m.
- auf den Trägerkörper 1 wird zur Bereitstellung von

Aufnahme­flächen für die übrigen Bauelemente 42 der Schaltungsanordnung 4 und zur Bildung der Leitbahnstruktur eine Leiterplatte 3 aufgebracht, bsp. mittels der Klebeschicht 34 aufgeklebt (Maße der Leiterplatte bsp. 140 mm  $\times$  70 mm); die Leiterplatte 3 weist an den für die Diamantinseln 21 vorgesehenen Stellen Aussparungen 33 auf, und kann daher bündig auf den Trägerkörper 1 aufgebracht werden. Das Material der Leiterplatte 3 wird so gewählt, daß einerseits eine hohe Temperaturbeständigkeit (Beständigkeit bsp. bis +125°C oder bis +155°C) und andererseits eine Strombeständigkeit bzw. Hochstromfähigkeit (Beständigkeit bsp. bis 300 A) gegeben ist. Auf die Leiterplatte 3 wird eine Haftschi­cht und darauf eine Metallisierungsschicht (bsp. aus Kupfer) mittels Ätz-/Maskierungstechnik aufgebracht und entsprechend den vorgesehenen Anschluß­flächen 32 und Leiterbahnen 31 der Leitbahnstruktur herausgebildet (bsp. mittels fotolithografischer Methoden durch Maskierung und Ätzung). Das Material der Metallisierungsschicht wird galvanisch auf die von der Stromtragfähigkeit der Leiterbahnen 31 (insbesondere der Verbindungsleiterbahnen zur Verbindung der Leistungsbau­elemente) abhängige Mindestdicke verstärkt (bsp. auf eine Schichtdicke von 250–300  $\mu$ m) und anschließend mit einer bsp. aus NiAu oder Kupfer bestehenden bondfähigen Deckschicht versehen (Schichtdicke der Deckschicht bsp. größer als 1,5  $\mu$ m).

- die Bauelemente der Schaltungsanordnung 4 (bsp. sind 18 aktive Leistungsbau­elemente 41 und 36 passive Bauelemente 42 vorgesehen, bsp. für eine Halbbrücke jeweils zwei IGBT-Transistoren als Leistungsschalter zur Ansteuerung des Elektromotors und vier Entkopplungsdioden) werden auf die hierfür vorgesehenen Stellen aufgebracht, wobei die aktiven Leistungsbau­elemente 41 mittels Lötung auf die auf den isolierenden Diamantinseln 21 vorgesehene Kontaktierungsschicht 22 und die passiven Bauelemente 42 auf die auf der Leiterplatte 3 vorgesehene Leitbahnstruktur (Aufnahme­flächen 32) aufgebracht werden; die Bauelemente der Schaltungsanordnung 4 (sowohl die aktiven Leistungsbau­elemente 41 als auch die passiven Bauelemente 42) werden mit der Leitbahnstruktur (Leiterbahnen 31 und/oder Aufnahme­flächen 32) kontaktiert, bsp. die aktiven Leistungsbau­elemente 41 (sowohl der auf der Metallisierungsschicht 22 aufgebrachte Rückseitenkontakt als auch die auf der Oberseite aufgebrachten Vorderseitenkontakte) mittels Bonddrähten 5 (Drahtbondverfahren). Die Bauelemente der Schaltungsanordnung 4 werden mit einer Vergußmasse 6 eingegossen (bsp. mittels eines Weichvergusses aus Silicon-Gel); die Höhe der Vergußmasse 6 bestimmt dabei die Höhe der vorzusehenden Gehäusewandung 11.

#### Patentansprüche

1. Leistungsmodul, bestehend aus
  - einem Trägerkörper (1) aus einem temperaturbeständigen, hoch-wärmeleitfähigen Trägermaterial,
  - einer unmittelbar auf den Trägerkörper (1) in mindestens einem Teilbereich zur Bildung isolierender Diamantinseln (21) aufgebrachten isolierenden Diamantschicht (2), auf der eine Metallisierungsschicht als Kontaktierungsschicht (22) aufgebracht ist,
  - einer Leiterplatte (3), die Aussparungen (33) im Bereich der isolierenden Diamantinseln (21) auf-

weist, und auf der eine Leitbahnstruktur aus Leiterbahnen (31) und Anschlußflächen (32) angeordnet ist,

– einer zumindest als Leistungseinheit fungierenden Schaltungsanordnung (4), wobei zumindest ein Teil der aktiven Leistungsbaulemente (41) der Schaltungsanordnung (4) auf der auf der isolierenden Diamantschicht (2) aufgetragenen Kontaktierungsschicht (22) und die übrigen Bauelemente (42) der Schaltungsanordnung (4) auf den entsprechenden Leiterbahnen (31) und/oder Anschlußflächen (32) der Leitbahnstruktur angeordnet sind,

– Kontaktverbindungen (5), über die zumindest die aktiven Leistungsbaulemente (41) der Schaltungsanordnung (4) mit den Leiterbahnen (31) und/oder Anschlußflächen (32) der Leitbahnstruktur elektrisch kontaktiert sind.

2. Leistungsmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltungsanordnung (4) Bauelemente zur Realisierung der Funktion der Leistungseinheit und Bauelemente zur Realisierung zusätzlicher Funktionen des Leistungsmoduls aufweist.

3. Leistungsmodul nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Bauelemente zur Realisierung der zusätzlichen Funktionen des Leistungsmoduls Sensoren zur Strommessung und/oder Temperaturmessung und/oder Bauelemente zur Signalansteuerung, Signalauswertung oder Signalvorverarbeitung vorgesehen sind.

4. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bauelemente (41, 42) der Schaltungsanordnung (4) mit den Leiterbahnen (31) und/oder Anschlußflächen (32) der Leitbahnstruktur über Bonddrähte (5) elektrisch kontaktiert sind.

5. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitbahnstruktur zur Parallelschaltung mehrerer Funktionseinheiten des Leistungsmoduls vorgesehen ist.

6. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktierungsschicht (22) aus Kupfer besteht.

7. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitbahnstruktur aus einer Haftschrift, einer auf die Haftschrift abgeschiedenen, galvanisch verstärkten und strukturierten Metallisierungsschicht und einer auf die Metallisierungsschicht aufgetragenen bondfähigen Deckschicht gebildet ist.

8. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtdicke der isolierenden Diamantschicht (2) in Abhängigkeit der gewünschten Hochspannungsfestigkeit und Wärmeleitfähigkeit des Leistungsmoduls gewählt ist.

9. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerkörper (1) als Kühler oder Kühlkörper ausgebildet ist oder als Teil eines Kühlers oder Kühlkörpers oder Kühlsystems realisiert ist.

10. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerkörper (1) eine plane Oberfläche (13) zur Bildung einer ebenen Montagefläche für die Aufnahme der isolierenden Diamantschicht (2) und der Leiterplatte (3) aufweist.

11. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die isolierende Diamantschicht (21) mit der Kontaktierungsschicht (22) und die Leiterplatte (3) mit der Leitbahnstruktur eine derartige Dicke aufweisen, daß alle Bauelemente (41,

42) der Schaltungsanordnung (4) in einer Ebene liegen.  
12. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Berandung (14) des Trägerkörpers (1) mindestens in einem Teilbereich zur Bildung einer Gehäusewandung (11) erhöht ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG. 1

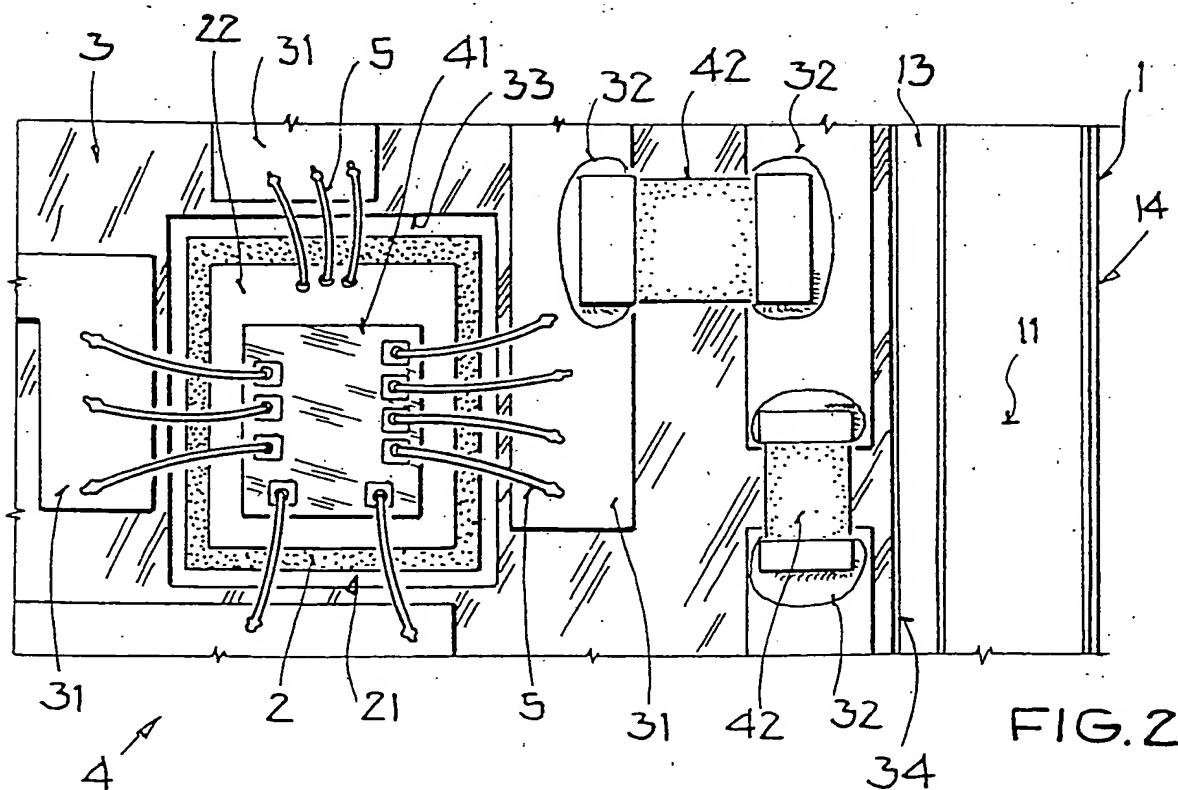
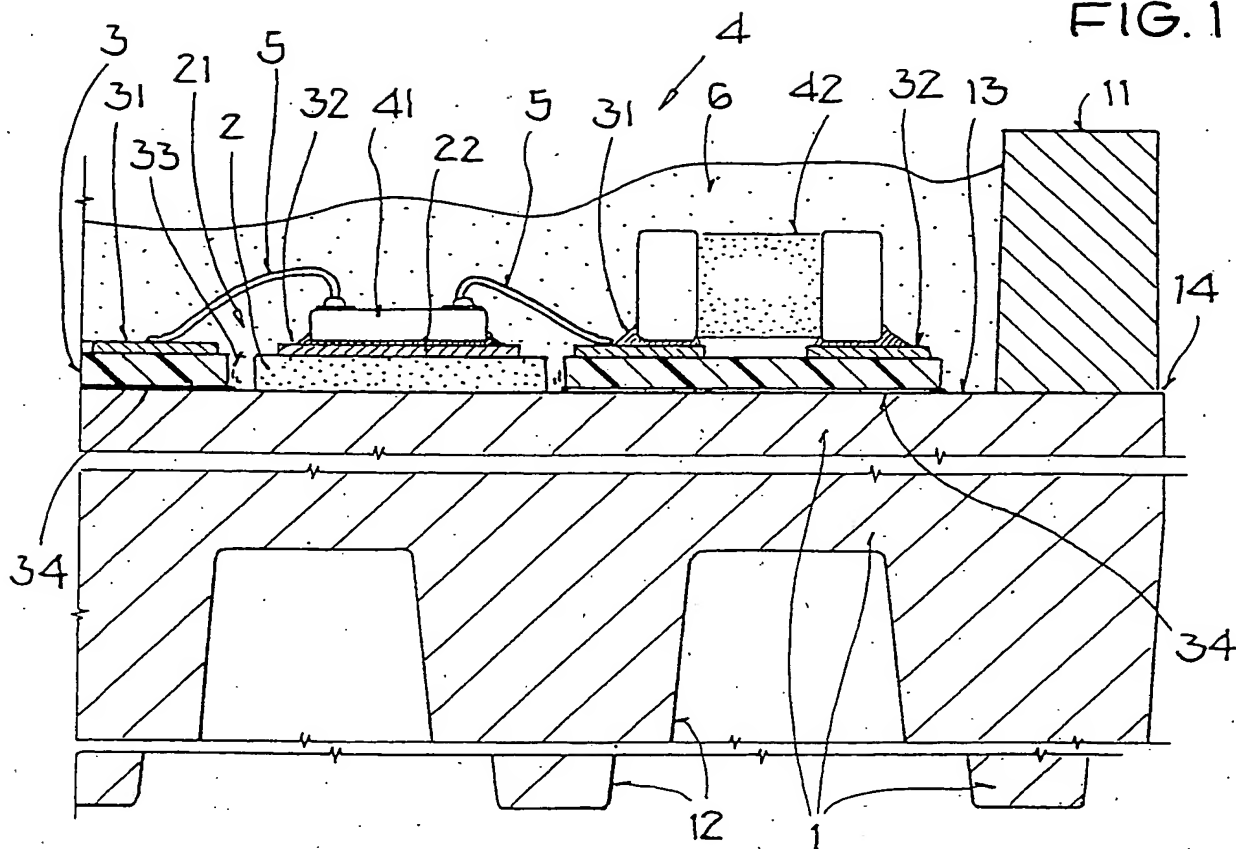


FIG. 2